

## 5    **Anordnung zur Lärmreduzierung in Turbofantriebwerken**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Reduzierung des von Turbofantriebwerken speziell im Heißgasbereich erzeugten Lärms.

- 10    Für die Reduzierung des von Turbofantriebwerken im Heißgasbereich erzeugten Lärms sind aktive Verfahren bekannt z.B. **US 5,386,689**. Dazu sind Schallquellen zur Erzeugung von Gegenschall im Heißgasbereich des Triebwerks vorgesehen.

- 15    Aus der **DE 196 07 290 A1** ist ein akustischer Absorber bekannt. Er besteht aus einem topfartigen Unterteil, in dem sich ein einzelnes Horn erstreckt.

- 20    Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zu schaffen, mit der eine effektive Reduzierung des von Turbofantriebwerken im Heißgasbereich erzeugten Lärms erreicht werden kann, wobei die Anordnung den luftfahrttechnischen Anforderungen entsprechend nur ein geringes Gewicht aufweisen soll.

Diese Aufgabe wird mit der Anordnung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

- 25    Erfindungsgemäß wird mittels einer absorbierenden Auskleidung des Heißgasbereichs eines Turbofantriebwerks den dort erzeugten Schallwellen Energie entzogen, die dann nicht mehr abgestrahlt werden. Die Dissipation erfolgt durch viskose Verluste in der Auskleidung, die wie folgt aufgebaut ist:

- eine Mehrzahl von aneinandergrenzenden Hohlräumen, wobei sich in jeden Hohlraum vier Hörner erstrecken,
- die Hörner mit ihrem Hornmund an einem perforierten Abdeckblech befestigt sind und das Abdeckblech eine Wand des Heißgasströmungskanals bildet.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1 die Querschnittsskizze eines Turbofantriebwerks mit erfindungsgemäßer akustisch absorbierender Auskleidung im Heißgasbereich;

Fig. 2 Aufsicht und Querschnittsansicht der absorbierenden Auskleidung;

15 Fig. 3 eine Skizze zur Horngeometrie der absorbierenden Auskleidung.

Fig. 1 zeigt die Querschnittsskizze eines Turbofantriebwerks. Die angesaugte Frischluft wird in zwei Teilströme aufgeteilt. Ein erster Anteil wird um die Brennkammer BK herum an die Düse geführt, wo er mit den heißen Abgasen aus der Brennkammer BK vermischt wird (so genannter Bypass). Der andere Teilstrom wird über mehrere Verdichterstufen VS in die Brennkammer BK (ringförmiger Querschnitt) und von dort zur Düse geleitet. Der der Brennkammer BK nachgeschaltete Strömungskanal SK mit ringförmigem Querschnitt ist der Heißgasbereich des Triebwerks im Sinne der vorliegenden Erfindung. Dieser ist mit der erfindungsgemäßen Schall absorbierenden Auskleidung A versehen, und zwar derart, dass die Schall absorbierende Auskleidung A die äußere Wand des so genannten „Internal Plug“ IP des Triebwerks bildet.

Die absorbierende Auskleidung A umfasst eine Mehrzahl von im wesentlichen quaderförmigen Hohlräumen HR mit annähernd quadratischer Grundfläche GF, in die jeweils vier Hörner H eingebracht sind (Fig. 2). Andere Grundflächen, z.B. in Form

eines Sechsecks, sind ebenfalls möglich. Die Hörner weisen eine erste Öffnung mit größerem Durchmesser HM, den so genannten Hornmund auf, sowie eine zweite Öffnung mit kleinerem Durchmesser, den so genannten Hornhals HH. Die Hörner H werden an ihrem Hornmund HM durch Punktschweißen an einem Abdeckblech AB befestigt. Das Abdeckblech AB ist im Bereich des Hornmunds HM perforiert (Bereich der Perforation P), und zwar mit einer Porosität von mindestens 20%, in einer bevorzugten Ausführung 30%, wobei der Durchmesser der Löcher 1 mm beträgt. Die Hörner H weisen bevorzugt einen kreisförmigen Querschnitt auf. Die Hörner reichen nicht bis zur Grundfläche GF eines Hohlraums, so dass Zwischen Hornhals HH und Grundfläche GF ein Zwischenraum vorhanden ist. Ein Hohlraum HR wird neben Abdeckblech AB und Grundfläche GF durch vier Seitenflächen SF begrenzt. Nach Art einer Kassetierung sind die Hohlräume ohne Zwischenraum unmittelbar nebeneinander angeordnet und sind jeweils durch eine gemeinsame Seitenwand SF von einander getrennt. Man erreicht somit eine sehr gewichtssparende Bauweise.

Die Fig. 3 zeigt ein konkretes Beispiel für die Horngeometrie, wobei die Abmessungen (in mm) im einzelnen angegeben sind.

Länge der Hörner (gemessen in axialer Richtung): 23 mm  
Durchmesser des Hornmunds: 23 mm  
Durchmesser des Hornhalses: 7 mm

Die Tiefe der Hohlräume - gemessen in Hornrichtung - beträgt 34 mm.

Die Verjüngung der Hornwandung von Hornmund zu Hornhals muss nicht notwendigerweise linear erfolgen. Auch andere Formen, z.B. hyperbolisch oder nach Art eines Kreissegments, sind möglich.

Die absorbierende Struktur beruht auf dem Prinzip eines Helmholtzresonators. Die durch die Perforation in die Hörner gelangende Luftmasse koppelt an das sie um-

gebende Hohlraumvolumen und stellt somit ein gedämpftes Feder-Masse-System dar. Der Einsatz dieser Absorber erlaubt die Absorption akustischer Energie bei geringer Bauhöhe. Durch die oben angegebene Dimensionierung wird erreicht, dass maximale Absorption im Resonanzfall bei Temperaturen um  $T = 440^{\circ}\text{C}$  und Mach-  
5 zahlen um  $M = 0,3$  auftritt. Hierbei wird Schall im Frequenzbereich zwischen 830 und 1250 Hz absorbiert.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Reduzierung des von Turbofantriebwerken im Heißgasbereich  
5 erzeugten Lärms, **gekennzeichnet durch** eine akustisch absorbierende Auskleidung (A) des Heißgasströmungskanals (SK) des Turbofantriebwerks, umfassend:
- eine Mehrzahl von aneinandergrenzenden Hohlräumen (HR), wobei sich in  
10 jeden Hohlraum (HR) vier Hörner (H) erstrecken,
  - die Hörner (H) mit ihrem Hornmund (HM) an einem perforierten Abdeckblech (AB) befestigt sind und das Abdeckblech (AB) eine Wand des Heißgasströmungskanals (SK) bildet.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** folgende Abmessungen:
- Tiefe der Hohlräume (HR), gemessen in Hornrichtung: 34 mm
- Länge der Hörner (H): 23 mm***
- 20 Durchmesser des Hornmunds (HM): 23 mm
- Durchmesser des Hornhalses (HH): 7 mm.
3. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Porosität des Abdeckblechs mindestens 20 % beträgt.

Fig. 1

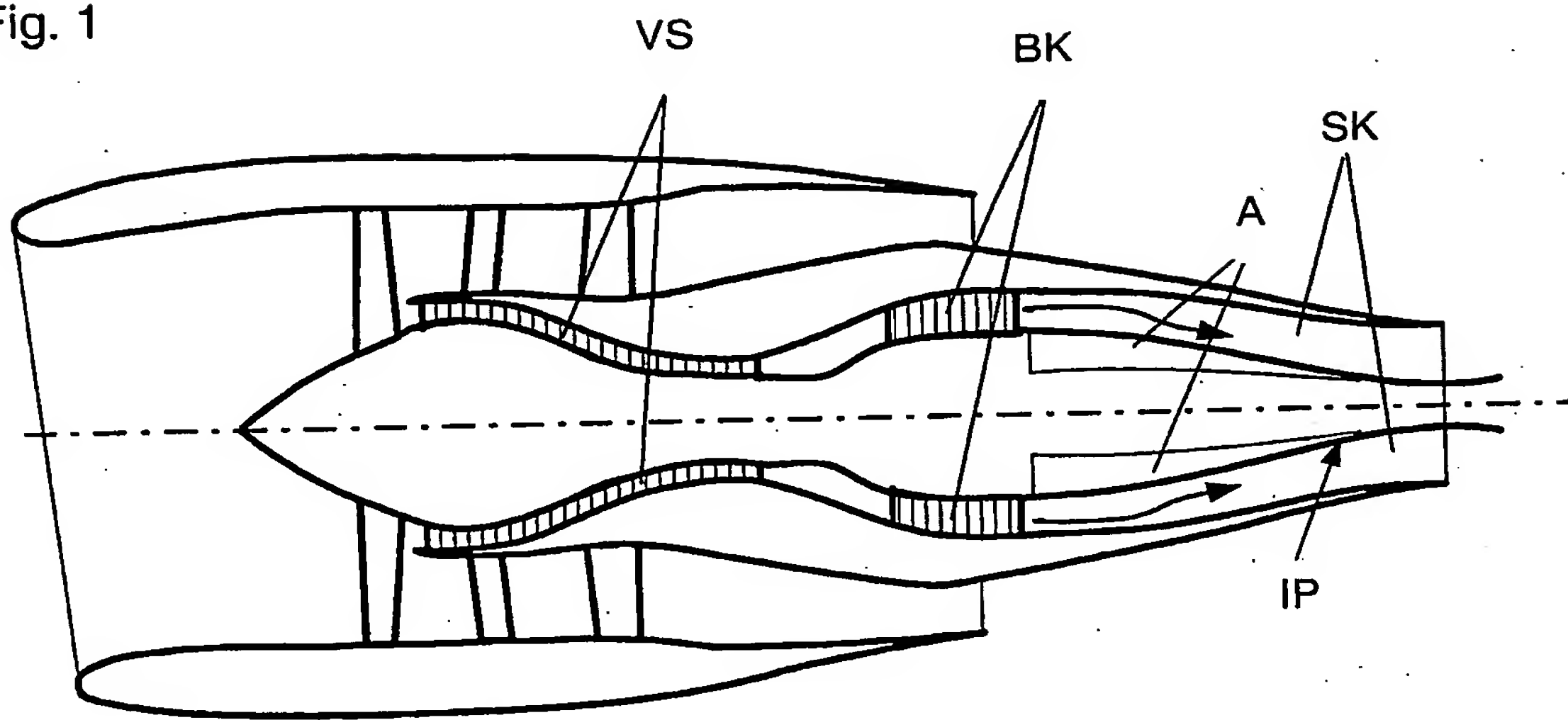


Fig. 2

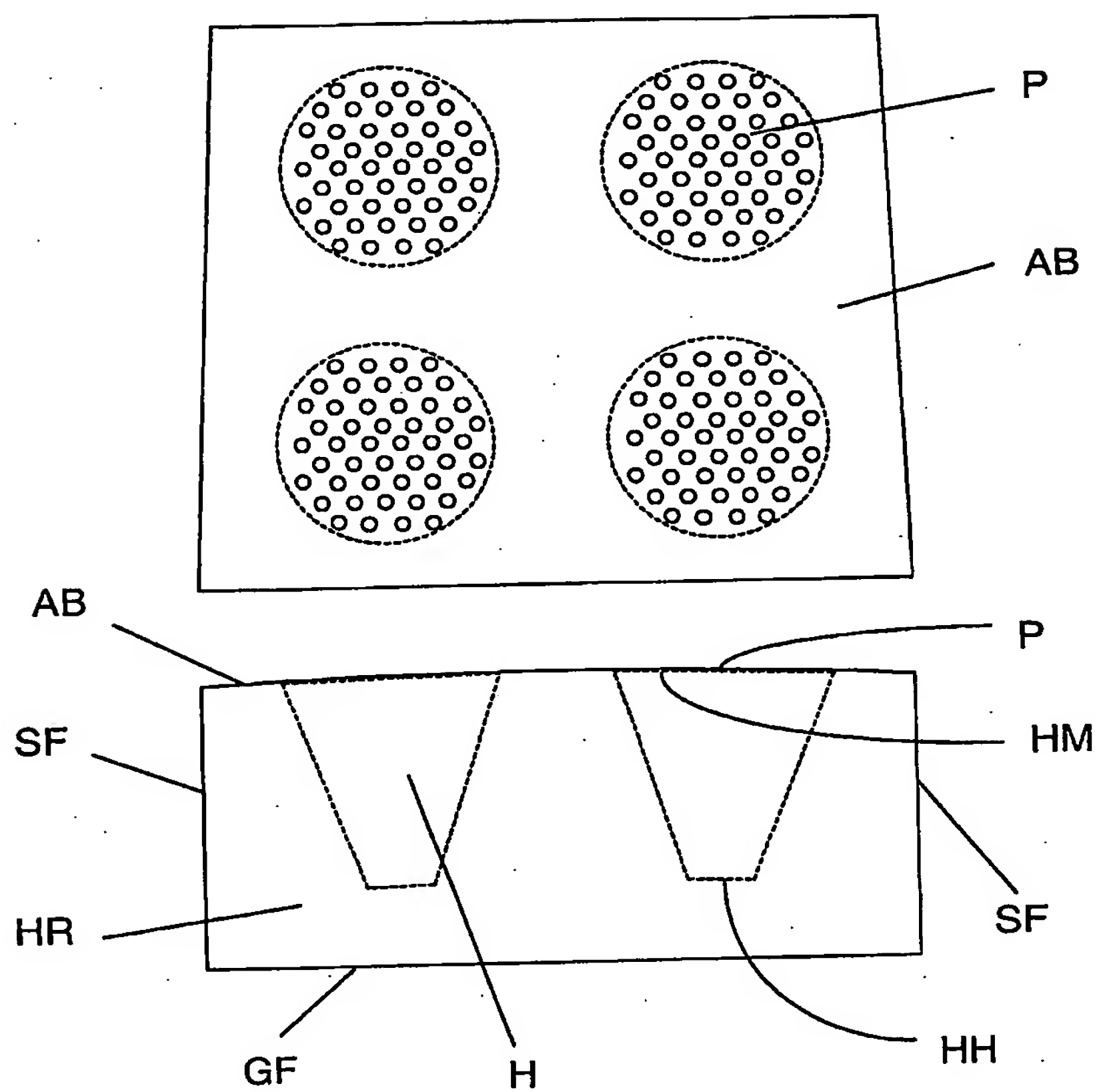


Fig. 3

